

**BEST AVAILABLE COPY**

**PAT-NO:** JP405047473A

**DOCUMENT-  
IDENTIFIER:** JP 05047473 A

**TITLE:** ELECTROLUMINESCENCE DISPLAY DEVICE  
AND MANUFACTURE THEREOF

**PUBN-DATE:** February 26, 1993

**INVENTOR-INFORMATION:**

**NAME** **COUNTRY**

KAWASHIMA, TOMOYUKI

TANIGUCHI, HARUTAKA

KATO, HISATO

SHIBATA, KAZUYOSHI

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

**NAME** **COUNTRY**

FUJI ELECTRIC CO LTD N/A

**APPL-NO:** JP03207071

**APPL-DATE:** August 20, 1991

**INT-CL (IPC):** H05B033/22 , H05B033/10

US  
PN 5,660,697

## **ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To reduce display voltage by forming an insulating film being in contact with an emission film, out of a thin film of inorganic insulator having a complex composition of columnar crystal extending in the direction of an electric field generated in a layered body.

**CONSTITUTION:** A transparent electrode film 2 is formed on the upper surface of an insulating substrate 1 of a display device 10, into a striped pattern. An inorganic insulating film 3 comprising silicon nitride and tantalum oxide and so on, is deposited by sputtering and so on into a composition which is deposited up to the same height as of the columnar crystal 3a. An emission film 4 is formed thereupon, on which heat treatment is carried out so as to activate the emission center. An insulating film 5 having a complex composition of a columnar crystal 5a is arranged on the film 4 in the same manner as for the film 3. The films 3, 5 now have higher dielectric constant than the film 4, while distributed voltages of the films 3 and 5 in display voltage are reduced, and the utilization efficiency of the display voltage is increased. The display voltage required for the driving of the device 10 is thus reduced.

**COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio**

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-47473

(43)公開日 平成 5 年(1993) 2月26日

(51)Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 B 33/22		8815-3K		
33/10		8815-3K		

審査請求 未請求 請求項の数 5(全 6 頁)

(21)出願番号	特願平3-207071	(71)出願人	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(22)出願日	平成 3 年(1991) 8月20日	(72)発明者	河島 朋之 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
		(72)発明者	谷口 春隆 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
		(72)発明者	加藤 久人 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
		(74)代理人	弁理士 山口 巖

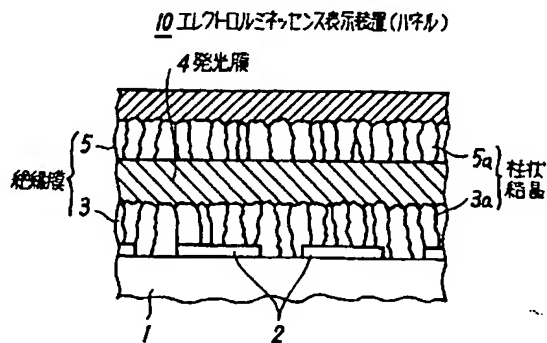
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エレクトロルミネッセンス表示装置とその製造方法

(57)【要約】

【目的】発光膜と無機絶縁物の絶縁膜とからなる薄膜積層構造のエレクトロルミネッセンス表示装置の駆動に要する表示電圧を低減させる。

【構成】絶縁膜用の無機絶縁物に電界の方向に沿って伸びる柱状結晶の集合組織を持たせることによりその誘電率を高めることにより、表示電圧中の絶縁膜により分担される電圧部分を減少させて表示電圧の利用効率を上げて表示電圧を低減する。柱状結晶の集合構造の無機絶縁物をスパッタ法等によって成膜する際には、各無機絶縁物に固有な限界圧力よりプラズマのふん囲気圧力を高めた状態で堆積させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】発光膜を中間に挟んだ薄膜の積層体としてなり表示電圧を賦与して発光膜をエレクトロルミネッセンス発光させる表示装置であって、発光膜に接する絶縁膜を表示電圧により積層体内に生じる電界の方向に沿って伸びる柱状結晶の集合組織をもつ無機絶縁物の薄膜で構成したことを特徴とするエレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項2】エレクトロルミネッセンス発光膜を中間に挟む薄膜積層構造の表示装置の製造方法であって、発光膜に接する絶縁膜用の無機絶縁物をプラズマのふん囲気内で柱状結晶が絶縁膜の膜厚に相当する高さに成長する限界圧力以上のふん囲気圧力で堆積させることを特徴とするエレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法。

【請求項3】請求項2に記載の方法において、絶縁膜用の無機絶縁物が窒化シリコンであり、20mTorr程度以上のふん囲気圧力で堆積されることを特徴とするエレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法。

【請求項4】請求項2に記載の方法において、絶縁膜用の無機絶縁物が酸化タンタルであり、40mTorr程度以上のふん囲気圧力で堆積されることを特徴とするエレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法。

【請求項5】請求項2に記載の方法において、絶縁膜が無機絶縁物の主構成成分用材料をターゲットとする反応性スパッタ法により成膜されることを特徴とするエレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マンガンを含む硫化亜鉛等からなる薄い発光膜を中間に挟んで薄膜を積層した構造のエレクトロルミネッセンス（以下、ELという）形の表示装置ないしは表示パネルであって、比較的低い表示電圧で表示駆動するに適するものおよびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】上述の薄膜積層構造を備えるEL表示装置は、その表示面内にEL発光画素をマトリックス状に多数個組み込んだ大画面の可変表示が可能ないわゆるフラットパネル構造のもので、計算機等の薄形かつ軽量で自己発光性の特長をもつ文字や図形の表示装置として広く利用されるに至っている。周知のようにEL表示装置では、所定の発色用の発光中心としてマンガンや稀土類の原子を含む硫化亜鉛等の母材からなる発光膜に電界を掛けた時に生じるEL発光を利用するが、発光膜に電界を直接に掛けると発光効率の低下や劣化が生じやすいので、必ずその両側ないしは片側に誘電体であるふつうは無機絶縁物からなる薄い絶縁膜を配設し、表示電圧をこの薄膜積層体に対して掛けるようにする。以下、よく知られていることではあるが、図4を参照しながら発光膜を中間に挟んだかかる薄膜積層構造のEL表示装置を簡

単に説明する。

【0003】図4に端部の拡大断面により示されたフラットパネル状のEL表示装置10は、透明なガラス板等からなる絶縁基板1と、その表面上に図の左右方向に多数並ぶ前後方向に細長いストライプ状パターンに形成された透明な導電性のインジウム錫酸化物等からなるごく薄い透明電極膜2と、それを覆う窒化シリコン等の無機絶縁物からなる数千Åの膜厚の絶縁膜3と、その上に配設されたマンガンを含む硫化亜鉛等からなる数千Åの膜厚の発光膜4と、絶縁膜3と発光膜4を覆う上と同様な絶縁膜5と、その上に図の左右方向に細長いストライプ状パターンで図の前後方向に多数並べて配設されたアルミ等からなる数千Åの膜厚の裏面電極膜6とを備えてなる。

【0004】かかるEL表示装置10に対する表示電圧DVは、透明電極膜2と裏面電極膜6の間にふつうは図示のように表示上のフレーム周期ごとに正負に切り換わる極性で与えられ、これによる電界下で発光膜4中のこれらの両電極2と6の各交差部に対応する部分を表示上の各画素として発生するEL発光が表示光DLとして透明な絶縁基板1側から取り出される。

【0005】上述の絶縁膜3や5用の無機絶縁物としては、上述の窒化シリコンのほか酸化タンタル、酸化イットリウム、アルミナ、酸化シリコン等を適宜用いることができ、いずれの場合にもそれらの成膜には従来からスパッタ法やCVD法を利用するのが通例である。また、発光膜4用の母材には上述の硫化亜鉛のほかに硫化カルシウム、硫化ストロンチウム等を用い、発光中心用原子にもマンガンのほか必要な発光色に応じて種々の稀土類元素を用いることができ、いずれの場合にも発光膜4の成膜には電子ビーム蒸着法を利用するのが通例である。なお、図4のように発光膜4の両側に絶縁膜3と5を配設する必要は必ずしもなく、それらの内の一方、とくに後者を省略することが可能である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述の薄膜積層構造の従来のEL表示装置では、その駆動に要する表示電圧が高いために表示駆動回路が大形化して高価につきやすい問題がある。すなわち、図4のように発光膜4の両側に絶縁膜3および5を配設する積層構造のEL表示装置10の場合、それに実用上充分な発光輝度の表示をさせるには従来から200V以上の表示電圧が必要で、これに応じて表示駆動用の集積回路装置に例えば300V程度の耐圧が必要となるためそのチップサイズが大形化し、従ってかなり高価に付くのが避けられない。

【0007】EL表示装置の表示電圧を下げるにはその薄膜積層構造の全体厚みを縮小するのがもちろん最も簡単であるが、発光膜4の膜厚に必要な発光輝度を得るために最低な4000～5000Å程度に抑え、かつ絶縁膜3と5をそれぞれ300Å程度の膜厚にしてその内部電界強度を

10<sup>5</sup> V/cm以上まで高めても、なお表示電圧を200V以下に下げるのは困難であり、これ以上薄くすると使用中に絶縁破壊が発生するおそれが著しく増大する。また、絶縁膜3と5の内の一方を省略すれば表示電圧の低減が可能ではあるが、一方を省略すると他方の膜厚を若干とも増やす必要があるので実際上の効果はそれほど大きくなく、むしろ絶縁破壊や発光輝度の劣化が起りやすくなる信頼性への悪影響の方が問題になって来る。

【0008】本発明はかかる従来からの問題点を解決して、薄膜積層構造のEL表示装置の駆動に要する表示電圧を低減させることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この目的は、本発明のEL表示装置によれば、その薄膜積層構造中の発光膜に接する絶縁膜を表示電圧による電界の方向に沿って伸びる柱状結晶の集合組織をもつ無機絶縁物の薄膜とすることにより、また本発明のその製造方法によれば、発光膜に接する絶縁膜の無機絶縁物をプラズマのふん囲気内で柱状結晶が絶縁膜の膜厚に相当する高さに成長する限界圧力以上のふん囲気圧力の下で堆積させることによって達成される。

【0010】上記構成にいう絶縁膜用の無機絶縁物には窒化シリコン、酸化タンタル、酸化イットリウム、アルミナ、酸化シリコン等を用いることができ、無機絶縁物が窒化シリコンの場合は20mTorr程度以上の、酸化タンタルの場合は40mTorr程度以上のそれぞれプラズマのふん囲気圧力下で堆積させることにより、柱状結晶が集合した組織の薄膜を絶縁膜として成膜できる。かかる柱状結晶組織をもつ薄膜を絶縁膜用に成膜ないし堆積させるには、無機絶縁物の主構成成分用材料としてのシリコンやタンタルをターゲットとしかつ窒素や酸素を反応ガスとする反応性スパッタ法を利用するのが最も有利であり、このほか無機絶縁物の構成成分ガスを混合した反応ガスを用いるプラズマCVD法や無機絶縁物をターゲットとするスパッタ法を利用することができ、さらにはターゲットを電子ビームで加熱することにより堆積速度を向上することも可能である。

【0011】

【作用】本発明は、無機絶縁物とその組織上の結晶の配向により誘電率が異なり、かつ絶縁膜の誘電率を高めれば表示電圧中の発光膜に掛かる電圧分が増加することに着目して、絶縁膜用の無機絶縁物を電界の方向に配向された柱状結晶の集合組織とすることによって表示電圧の低減に成功したものである。

【0012】すなわち、発光膜と絶縁膜との積層構造に掛かる表示電圧は両者により主にはいわゆる容量分割によって分担されるものと考えられ、各膜が分担する電圧分はその膜厚に比例し誘電率に反比例する。従って、絶縁膜の誘電率を高めるとその電圧分担が減少して発光膜の電圧分担がその分増加するので、表示電圧のいわば利

用効率が向上して所望のEL発光量を得るに必要な電圧を発光膜に掛けるため絶縁膜との積層構造に与えるべき表示電圧が減少する。一方、かかる絶縁膜用の無機絶縁物の誘電率はその組織中の結晶粒の配向がランダムな場合はあまり高くないが、配向がよく揃っている場合はその数倍程度にも高くなるので、本発明のEL表示装置では絶縁膜を上述のように柱状結晶の集合組織をもつ無機絶縁物で構成することにより、表示電圧を無機絶縁物の種類によって若干異なるが従来のほぼ半分に減少させることができる。

【0013】無機絶縁物のかかる結晶粒の配向組織はもちろんその成膜ないし堆積時の条件により異なるが、本願の発明者達はその配向が堆積時のふん囲気圧力によってとくに大きく異なり、従来の堆積時のふん囲気圧力下では非晶質ないしは配向が不定な組織になるが、各無機絶縁物について固有なある限界圧力値以上、例えば窒化シリコンでは20mTorr程度、酸化タンタルでは40mTorr程度以上にふん囲気圧力を上げると結晶粒の配向が良好な組織が得られることを見出した。この圧力条件はスパッタ法やCVD法等の堆積方法によりあまり差はないが、プラズマのふん囲気内で堆積させるのが望ましい。従って本発明方法では、前項にいうように絶縁膜用の無機絶縁物をプラズマのふん囲気内で柱状結晶が成長する限界圧力以上のふん囲気圧力下で堆積させる。

【0014】

【実施例】図を参照して本発明の実施例を説明する。図1は本発明によるEL表示装置の一部拡大断面図、図2と図3は絶縁膜用にそれぞれ窒化シリコンと酸化タンタルを堆積させた実験結果を示すEL表示装置の発光特性線図であり、前に説明した図4に対応する部分には同じ符号が付けられている。

【0015】図1に示す本発明のEL表示装置10では、透明なガラス板である絶縁基板1の上面にインジウム錫酸化物等の2000Å程度の膜厚の透明電極膜2を図の前後方向に細長いストライプ状パターンで形成するのは従来の図4と同じであるが、その上側のこの実施例では3000Åの膜厚の絶縁膜3用に窒化シリコンや酸化タンタル等の無機絶縁物を例えばスパッタ法によって図のようにその柱状結晶3aが膜厚に相当する高さに成長された組織で堆積させる。この上に配設する発光膜4は従来と同じであってよく、発光中心としてマンガンを0.5%含む硫化亜鉛等を通例のように電子ビーム蒸着法等により例えば5000Åの膜厚に成膜し、500~600℃の温度下で熱処理を施してその発光中心を活性化する。

【0016】この発光膜4の上側に配設される絶縁膜5は場合により省略し、あるいはごく薄い保護膜で済ませることが可能であるが、図1の実施例では絶縁膜3と同様に柱状結晶5aの集合組織をもつ3000Åの膜厚の絶縁膜5を発光膜4を両側から挟み込むように配設する。この絶縁膜5の上側に図の左右方向に細長いストライプ状パ

ターンに形成されたアルミ等の裏面電極膜6を例えば500Å程度の膜厚で配設するのは従来と同じである。

【0017】以上のように構成された本発明のEL表示装置10では、柱状結晶3aや5aの集合組織をもつ絶縁膜3と5が従来の少なくとも数倍の高い誘電率をもち、発光膜4の例えば20〜30程度の誘電率と比べてもかなり高めになるので、それに賦与する表示電圧中のいわゆる容量分割により発光膜4が分担する電圧の割合が従来より高くなり、逆に絶縁膜3と5の分担電圧がその分減少して表示電圧の利用効率が高まるので、この薄膜積層構造のEL表示装置10の駆動に要する表示電圧を従来の半分以上に低減することができる。また、発光膜4と絶縁膜3や5の内部電界強度は容易にわかるようにそれらの誘電率に反比例するので、発光膜4に所望のEL発光輝度を得るため必要な電界強度を与えた時に絶縁膜3や5に掛かる電界強度が低減され、EL表示装置の使用中に絶縁膜3や5が絶縁破壊するおそれを減少させてその長期信頼性を向上させることができる。

【0018】図2に図1と同じ構成のEL表示装置10について絶縁膜3と5用の無機絶縁物として窒化シリコンを成膜条件を変えて堆積させた実験結果を発光特性で示す。図の横軸は表示電圧DVで、縦軸は $\text{cd}/\text{cm}^2$ で表した発光膜4のEL発光輝度Iである。この実験では、ターゲットにシリコンを、スパッタガスに窒素をそれぞれ用いるスパッタ法により、窒化シリコンを常温に保たれた試料上に $5\text{W}/\text{cm}^2$ のプラズマ発生用高周波のスパッタ電力密度で放電中ふん囲気圧力を5〜40mTorrの範囲内で変化させて堆積させた。図の特性のパラメータ5, 10, 20, 40はmTorrで表したこのふん囲気圧力を示す。なお、EL表示装置では発光特性の評価基準として $1\text{cd}/\text{cm}^2$ の発光輝度Iに対する表示電圧DVを用いるのが通例なので、以下にいう表示電圧DVも便宜上この定義によるものとする。

【0019】図からわかるように、窒化シリコンの堆積時のふん囲気圧力が10mTorr以下の場合の表示電圧DVが140V程度以上であるに対して、20mTorr以上の場合の表示電圧DVは80V程度以下にまで低減される。この原因は堆積された窒化シリコンの結晶組織にあるものと考えられ、10mTorr以下の場合には非晶質ないしそれに近い組織であるに対し、20mTorr以上の場合には図1に模式的に示すような柱状結晶が集合した組織になっていることが認められる。この差異はとくに誘電率について顕著に現れ、前者の場合の10程度であるに対し後者の場合は80程度の高誘電率が測定されている。この図2の実験結果だけでは窒化シリコンの組織がこのように変わる堆積時のふん囲気圧力は必ずしも正確には決まらないが、20mTorr程度を限界圧力の一応のめどと見做してよいものと考えられる。

【0020】また、この図2の特性だけでは必ずしも明確でないが、窒化シリコンの組織の差異に応じて発光し

きい値も当然異なってくるので、本発明ではEL表示装置の発光しきい値を低減させることができる。さらに、図から認められるように窒化シリコンの場合は堆積時のふん囲気圧力を増すに従って発光特性の傾斜が急峻になる傾向があるので、上述の $1\text{cd}/\text{cm}^2$ よりもかなり高い発光輝度で使用される実際のEL表示装置では表示電圧が従来の半分以上に低減される。

【0021】図3に無機絶縁物として酸化タンタルを成膜条件を変えて堆積させた実験結果を図2と同じ要領で示す。この実験では、タンタルをターゲットとしアルゴンと30%の酸素を混合したスパッタガスを用いるスパッタ法によって、前と同じ試料温度とスパッタ電力密度でふん囲気圧力を5〜60mTorrの範囲に変化させながら絶縁膜3と5用に酸化タンタルをそれぞれ4000Åの膜厚に成膜した。図から容易にわかるように、この場合もふん囲気圧力が5〜30mTorrの範囲と40〜60mTorrの範囲とで大きな差があり、表示電圧DVが前者の場合は150〜160Vであるに対し後者の場合はややばらつきがあるが70〜110Vと約半減しており、両者間を分けるふん囲気圧力の限界値は40mTorr程度と考えられる。

【0022】また、堆積された酸化タンタルは低ふん囲気圧力の範囲内ではその組織がほぼ非晶質で、誘電率が発光膜4とほぼ同じ25程度であるのに対し、40mTorr以上の高ふん囲気圧力の範囲内では柱状結晶の集合組織で、誘電率も100程度ないしはそれ以上で発光膜4の4倍程度になる。これからわかるように、絶縁膜3や5の無機絶縁物に酸化タンタルを用いる場合も、本発明によってEL表示装置の表示電圧を従来の半分以上に低減することができる。さらに、図2と図3のいずれの実施例でも絶縁膜3や5の誘電率が発光膜4の数倍になるので、内部電界強度を従来の数分の1に下げて絶縁破壊のおそれを減少させることができる。

【0023】以上の実施例では絶縁膜用の無機絶縁物としての窒化シリコンや酸化タンタルをその主構成成分であるシリコンやタンタルをターゲットとしていわゆる反応性スパッタ法により堆積させる場合を説明したが、このほかにも無機絶縁物の構成成分ガスを混合した反応ガスをを用いるプラズマCVD法や無機絶縁物そのものをターゲットとするスパッタ法等を絶縁膜の成膜に利用しても、上述とほぼ同様な堆積条件下で無機絶縁物に柱状結晶の集合組織をもたせることができる。また、絶縁膜用の無機絶縁物の種類についても上述の窒化シリコンや酸化タンタルに限らず、必要に応じて酸化イットリウム、アルミナ、酸化シリコン等も適宜に用いることができる。

【0024】

【発明の効果】以上のとおり本発明のEL表示装置によれば、その薄膜積層構造中の発光膜に接する絶縁膜を表示電圧による電界の方向に沿って伸びる柱状結晶の集合組織をもつ無機絶縁物の薄膜とすることにより、また本

発明のその製造方法によれば、発光膜に接する絶縁膜の無機絶縁物をプラズマのふん囲気内で柱状結晶が絶縁膜の膜厚に相当する高さに成長する限界圧力以上のふん囲気圧力の下で堆積させることにより、次の効果を得ることができる。

【0025】(a) 絶縁膜用の無機絶縁物を結晶粒の配向が揃った柱状結晶の集合組織にしてその誘電率を従来の数倍以上に高め、発光膜との積層構造にかかる表示電圧中の主には容量分割による発光膜の分担電圧の割合を高めることにより、表示電圧の利用効率を向上させてE L表示装置の駆動に要する表示電圧を従来の半分ないしそれ以下に低減することができる。

(b) 絶縁膜の誘電率を従来の数倍以上ないしは発光膜の誘電率より高めることができるので、絶縁膜の内部電界強度を誘電率に反比例して低減させ、ないしは発光膜に所望輝度のE L発光に必要な電界強度を与えた時に絶縁膜に掛かる電界強度を発光膜内より低減させることにより、絶縁膜の絶縁破壊を未然に防止してE L表示装置の長期信頼性を向上することができる。

【0026】なお、絶縁膜用の無機絶縁物の柱状結晶化はその堆積時のふん囲気圧力を単に従来より高めるだけでよいので、本発明によって従来と同じコストで表示電圧が半減されたE L表示装置を提供して表示駆動用集積回路装置の小形化と合理化を可能にし、表示に要する消

費電力を削減し、さらには表示装置自身の長期信頼性をも向上することにより、計算機等に適する元々小形軽量で自己発光性の特長をもつE L表示装置の一層の普及と性能向上とに資することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるE L表示装置の実施例を示すその一部拡大断面図である。

【図2】絶縁膜用無機絶縁物として窒化シリコンを堆積させた実験結果を示すE L表示装置の発光特性線図である。

【図3】絶縁膜用無機絶縁物として酸化タンタルを堆積させた実験結果を示すE L表示装置の発光特性線図である。

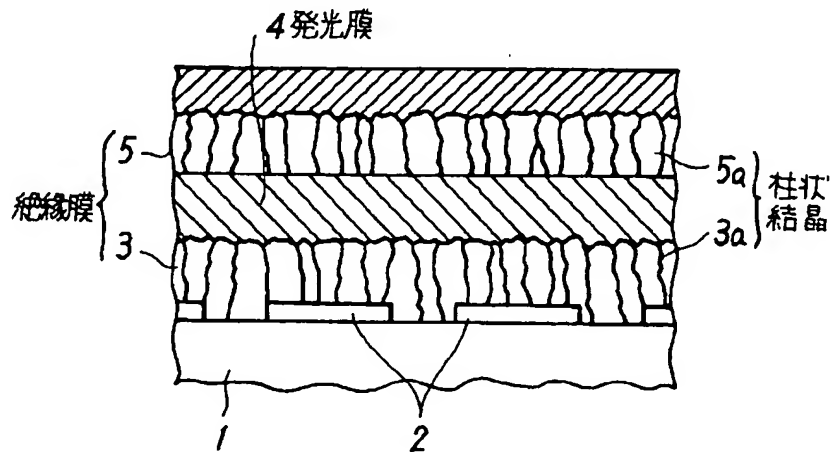
【図4】従来技術によるE L表示装置を示すその端部拡大断面図である。

【符号の説明】

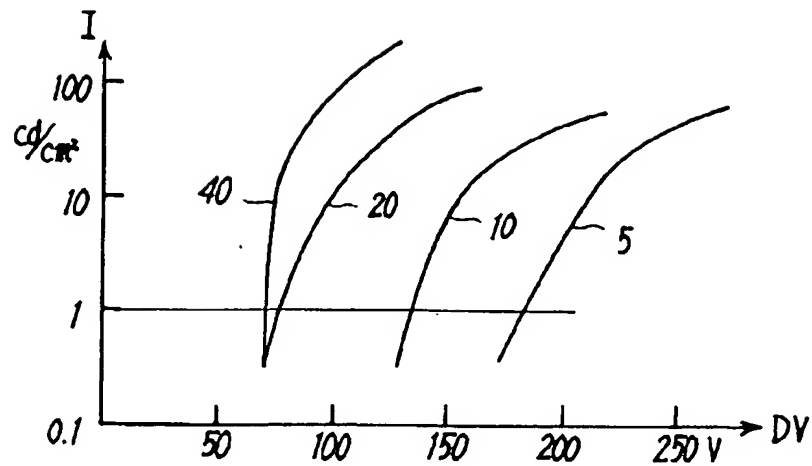
3	絶縁膜
3a	絶縁膜用無機絶縁物の柱状結晶
4	発光膜
5	絶縁膜
5a	絶縁膜用無機絶縁物の柱状結晶
10	E L表示装置
DV	表示電圧
I	E L発光輝度

【図1】

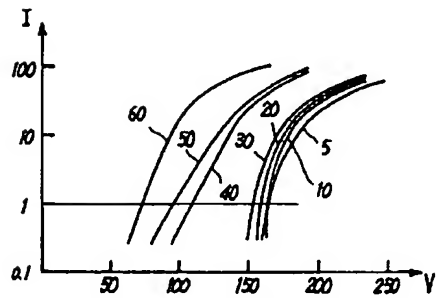
### 10 エレクトロルミネッセンス表示装置(パネル)



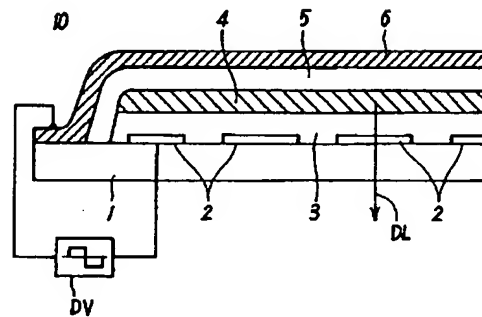
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 柴田 一喜  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**